Міністэрства адукацыі
Рэспублікі Беларусь

БЕЛАРУСКІ НАЦЫЯНАЛЬНЫ
ТЭХНІЧНЫ УНІВЕРСІТЭТ

Кафедра «Інжынерная геадэзія»

# ПАЛЯВОЕ ГЕАДЭЗІЧНАЕ ТРАСАВАННЕ

Метадычныя ўказанні

Мінск 2009

Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь
БЕЛАРУСКІ НАЦЫЯНАЛЬНЫ ТЭХНІЧНЫ УНІВЕРСІТЭТ

Кафедра «Інжынерная геадэзія»

# ПАЛЯВОЕ ГЕАДЭЗІЧНАЕ ТРАСАВАННЕ

Метадычныя ўказанні
па інжынернай геадэзіі
для студэнтаў завочнай формы навучання
спецыяльнасці 1-70 03 01 «Аўтамабільныя дарогі»
спецыялізацыі 1-70 03 01 01 «Будаўніцтва дарог і аэрадромаў»

Мінск 2009

УДК 625.721 (075.4)
ББК 39.311я7
П 14

Складальнікі:
*У.Г. Мархвіда, В.А. Глінская*

Рэцэнзенты:
*Л.Р. Мыцько, А.С. Пазняк*

Метадычныя ўказанні складзены ў адпаведнасці з вучэбнай праграмай па інжынернай геадэзіі і прызначаны для вывучэння і выканання работ палявога геадэзічнага трасавання аўтамабільнай дарогі. Метадычныя ўказанні дапамогуць студэнтам завочнай формы навучання выканаць як палявыя работы, так і іх камеральную апрацоўку.

## ТЭАРЭТЫЧНЫЯ ЗВЕСТКІ

***Палявое геадэзічнае трасаванне*** – комплекс геадэзічных работ па пралажэнню трасы. Задачы геадэзічнага палявога трасавання – канчатковае ўкладанне трасы і замацаванне яе на мясцовасці. Да пачатку палявога трасавання вышукальнікі звычайна маюць матэрыялы камеральнага трасавання па картах. Пры разбіўцы трасы на мясцовасці мераюць вуглы павароту трасы, выконваюць тычкаванне ліній і мераюць адлегласці паміж вяршынямі вуглоў павароту трасы.

Будаўнічымі нормамі Рэспублікі Беларусь [2] прадугледжаны наступны склад работ пры палявым геадэзічным трасаванні:

◊ пралажэнне тэадалітных (тахеаметрычных) хадоў па восі трасы;

◊ замацаванне вуглоў павароту, створных пунктаў, маставых пераходаў, пуцеправодаў;

◊ разбіўка пікетажу, галоўных пунктаў гарызантальных крывых;

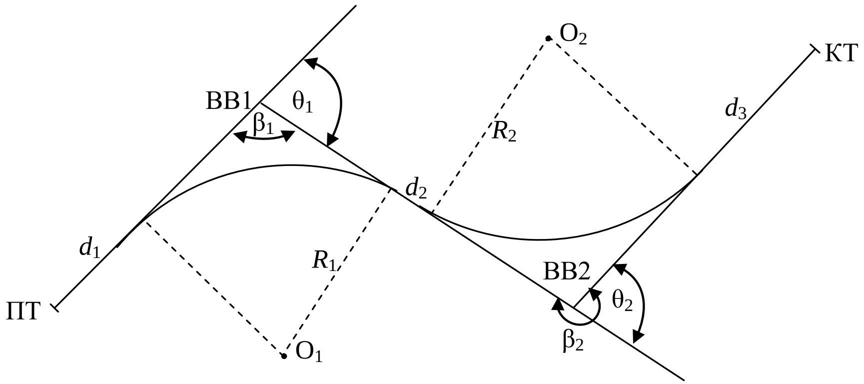
◊ устаноўка рэпераў, нівеліраванне трасы;

◊ здымка папярочных профіляў на пікетах і ўсіх характэрных пунктах, у тым ліку па восях водапрапускных труб.

Траса аўтамабільнай дорогі ўяўляе прасторавую лінію; яна складаецца з прамалінейных участкаў, якія спалучаюцца паміж сабой гарызантальнымі і вертыкальнымі крывымі. Гарызантальныя крывыя падзяляюцца на кругавыя і пераходныя.

*Кругавая крывая* – частка восі трасы праектуемага лінейнага збудавання, якая з'яўляецца дугой акружнасці.

У далейшым будзем разглядаць толькі кругавую крывую. Па матэрыялах геадэзічных вышуканняў складаюць план трасы – яе праекцыю на гарызантальную плоскасць і падоўжаны профіль – профіль па восі трасы. На рыс. 1 траса складаецца з трох прамалінейных участкаў, якія спалучаюцца кругавымі крывымі радыусаў $R_1$ і $R_2$. Пункты спалучэння гарызантальных крывых і прамых называюцца галоўнымі пунктамі крывых, гэта пачатак (ПК) і канец (КК) крывой, сюды адносяць і сярэдзіну (СК) крывой.




Рыс. 1. Схема ўчастка трасы

ВВ1 і ВВ2 – вяршыні адпаведна правага $\theta_1$ і левага $\theta_2$ вуглоў павароту, якія вылічаюць на аснове вымераных правых вуглоў трасы $\beta_1$ і $\beta_2$; ПТ і КТ – пачатак і канец трасы.

Прамая ўстаўка трасы $d_2$ – прамая частка восі трасы, якая размешчана паміж дзвюма сумежнымі кругавымі або пераходнымі крывымі; да прамой устаўкі адносяцца $d_1$ і $d_3$.

Вынясенне праекта трасы з карты (плана) на мясцовасць выконваюць на аснове даных прывязкі трасы да пунктаў геадэзічнай асновы або да выразных, устойлівых па часу контураў мясцовасці. Даныя для вынаса трасы на мясцовасць (у натуру) атрымліваюць у падрыхтоўчы перыяд. Яны ўяўляюць сабой палярныя ці прамавугольныя каардынаты для вынасу вуглоў павароту альбо створных пунктаў трасы ад геадэзічных пунктаў планавай асновы, элементы прамой вуглавой або лінейнай засечак; могуць быць і асобныя адлегласці ад контураў мясцовасці да пунктаў на трасе.

Аднак жа перавагу аддаюць вынасу пунктаў трасы ад пунктаў геадэзічнай асновы як больш надзейнаму і дакладнаму спосабу. Перанос трасы ад пунктаў раней пракладзеных тэадалітна-нівелірных ходаў – магістраляў – лічыцца зручным і мэтазгодным.

Калі вынесены сумежныя вяршыні вуглоў (ВВ) павароту, выконваюць палявое трасаванне. Яно зводзіцца да ўстаноўкі тычак у створы (вертыкальнай плоскасці, якая праходзіць праз пачатак і канец лініі). Тычкаванне ліній выконваюць з дапамогай вугламерных геадэзічных прыбораў, для чаго ў створы доўгіх (больш за 500 м пры добрым бачанні) прамых робяць прамежкавыя стаянкі, з якіх здзяйсняюць прадаўжэнне створа. Каб пазбегнуць уплыву калімацыйнай хібнасці, найбольш далёкую тычка выстаўляюць двойчы пры абодвух кругах тэадаліта. За канчатковы вынік бяруць сярэдняе значэнне паміж двума першапачатковымі месцазнаходжаннямі тычак. Тэадаліт затым ставяць замест сярэдняй тычкі і цэнтруюць з дакладнасцю 0,5 см. Прадаўжэнне створа з выкарыстаннем толькі аднаго круга тэадаліта або пераводам глядзельнай трубы праз зеніт забаронена; пры трасаванні не рэкамендуецца адлічваць на лімбе 180°.

Калі з-за рэльефу паміж пунктамі няма бачнасці, у створ можна ўваходзіць паступовымі набліжэннямі.

Вуглы павароту і створныя пункты (месца стаянкі прыбораў – станцыі) канчаткова ўкладзенай на мясцовасці трасы замацоўваюць: вяршыні вуглоў павароту – драўлянымі або жалезабетоннымі слупамі, створныя пункты – каламі са старажкамі. Калы забіваюць на ўзроўні паверхні зямлі. Прыбор цэнтруюць на забіты ў кол цвік. На 20 см уперад па напрамку трасы ў створы лініі забіваюць кол (старажок) вышэй паверхні зямлі, на якім падпісваюць нумар стаянкі і адлегласць да яе. Абавязкова замацоўваюць пачатак і канец трасы. Складаюць схему прывязак замацаваных пунктаў. Прывязку здзяйсняюць да трох і болей пастаянных прадметаў.

***Вызначэнне магнітнага азімута*** ліній ВВ-ПТ і ВВ-КТ трэба рабіць наступным чынам: замацаваць бусоль на прыборы пры кругу лева, на лімбе тэадаліта, які стаіць над пунктам ВВ, устанавіць адлік па гарызантальнаму кругу, роўны 0º00', пасля чаго замацаваць алідаду і адпусціць замацавальны вінт лімба. Зрокавую трубу паварочваюць на поўнач, пакуль паўночная (чорная) стрэлка бусолі не ўстановіцца на адпаведны індэкс.

Больш дакладна стрэлку ўстанаўляюць навадным вінтом лімба. Калі ў гэты момант адлік па гарызантальнаму кругу роўны нулю, неабходна адпусціць замацавальны вінт алідады і паслядоўна навесці зрокавую трубу на КТ і ПТ. Зробленыя адлікі на гэтыя пункты і будуць адпаведнымі магнітнымі азімутамі $A_{ВВ\text{-}КТ}$ і $A_{ВВ\text{-}ПТ}$.

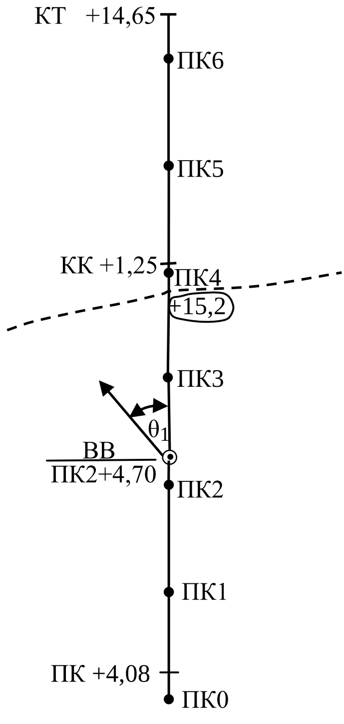
***Лінейныя вымярэнні*** выконваюць звычайна пры дапамозе стальной вымяральнай стужкі з шасцю або адзінаццаццю шпількамі. Лінію паміж сумежнымі вяршынямі вуглоў або пачаткам (канцом) і сумежнай вяршыняй мераюць двойчы з дакладнасцю не меней 1:1000. Другі прамер можна выконваць любым прыборам, які забяспечвае дакладнасць (аптычным або лазерным дальнамерам, святлодальнамерам, электронным тахеометрам). Параўнанне абодвух прамераў вядзецца ад адной вяршыні вугла да другой. Пры кантрольным прамеры пікеты фіксуюцца як створныя пункты. За канчатковы вынік прымаецца сярэдняе арыфметычнае двух вымярэнняў, пры гэтым прыкладаецца ведамасць кантрольных прамераў. На мясцовасці замацоўваецца гарызантальнае палажэнне трасы. У прамераныя на нахільнай мясцовасці даўжыні ліній $D$ уводзяцца папраўкі $\Delta D$ з-за вугла нахілу $\nu > 1{,}5°$ па формуле

$$\Delta D = 2D\sin^2(\nu/2).$$

Вугал $\nu$ вымяраюць з дакладнасцю 30′. Папраўка $\Delta D$ заўсёды будзе адмоўнай. Каб пазбегнуць вымярэння вуглоў нахілу і вылічэння папраўак на крутых схілах, лінію мераюць няпоўнай стужкай, якую трымаюць гарызантальна, і карыстаюцца адвесам для праецыравання на зямлю паднятага канца стужкі.

***Пікетаж*** – сістэма абазначэння і замацавання пунктаў трасы; яго разбіваюць пасля ўстаноўкі тычак. Пры вымярэннях колькасць бачных тычак у створы (наперадзе або ззаду вымяральнай стужкі) павінна быць не меньш за дзве. Пікеты – пункты па восі трасы, якія прызначаюцца для замацавання данага інтэрвала. Яны разбіваюцца праз 100 м (на забудаванай

тэрыторыі – праз 20 м). У прамежках паміж пікетамі адзначаюць плюсавыя пункты, якія характарызуюць рэльеф і сітуацыю. Плюсавыя пункты адлічваюцца ад папярэдняга пікета, напрыклад ПК3+15,2 (рыс. 2) з акругленнем да цэлых метраў, але адлікі пачатку і канца існуючых штучных збудаванняў або праезджай часткі аўтамабільных дарог, што перасякаюцца з трасай, акругляюць да 0,1 м. Вяршыні вуглоў павароту, галоўкі перасякаемых чыгуначных рэльсаў, пачатак і канец крывых пры разбіўцы закругленняў мераюць з найбольшай дакладнасцю – 0,01 м. На мясцовасці замацоўваецца гарызантальнае месцазнаходжанне трасы (пікетаж). Калы забіваюць на пікетах на ўзроўні з паверхняй зямлі, а старажкі – на пікетах і плюсавых пунктах.




Рыс. 2. Пікетажны журнал

На старажках падпісваюць нумары пікетаў па парадку і велічыні плюсавых пунктаў. Надпісы не павінны выгарацв на сонцы і змывацца дажджом. Для палявых ўмоў для гэтага найбольш падыходзіць просты аловак сярэдняй цвёрдасці.

Калі вымярэнні робяць дальнамерамі, ужываюць беспікетны спосаб палявога трасавання, пры якім на мясцовасці разбіваюць толькі рэльефныя і контурныя пункты, пры гэтым пікетаж улічваюць па суме адлегласцей. Пры састаўленні падоўжанага профілю ставяць пікеты і вылічваюць адзнакі. Такі спосаб палявога трасавання нарматыўнымі дакументамі Рэспублікі Беларусь [2] не прадугледжаны.

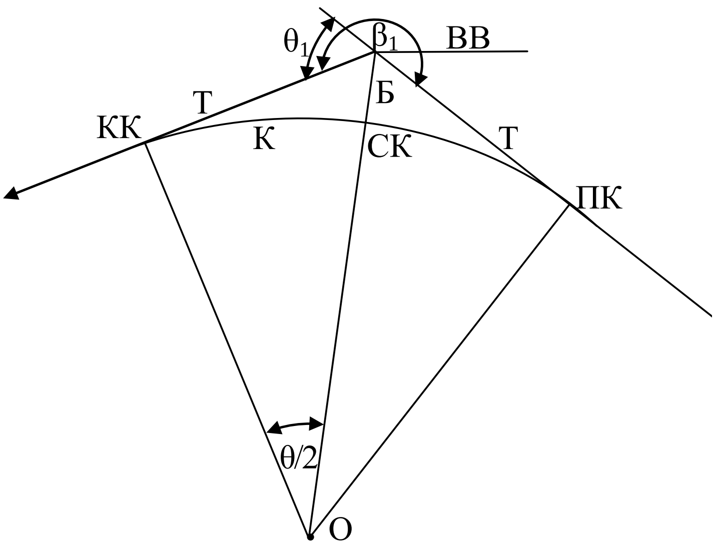
Пры разбіўцы пікетажу вядзецца пікетажны журнал, у якім адлюстроўваецца ўся інфармацыя аб становішчы трасы ў плане. Усе запісы і зарысоўкі ў пікетажным журнале выконваюць простым алоўкам. Яны павінны быць выразнымі і поўнымі. Траса адлюстроўваецца чырвонай лініяй, якая праводзіцца ўздоўж старонкі журнала і выпрастана ў прамую лінію. Зарысоўка сітуацыі мясцовасці вядзецца з прыкладным захаваннем (прытрымліваннем) маштабу па восі трасы. Маштаб прымаецца ў залежнасці ад складанасці сітуацыі. У пікетажным журнале па восі трасы адзначаюцца і падпісваюцца пікеты і плюсавыя пункты. Лічбы плюсавых пунктаў, якія не замацаваны на мясцовасці старажкамі і маюць толькі сітуацыйнае значэнне (межы ўгоддзяў і інш.), абводзяцца кружком. Вуглы павароту трасы паказваюць кружком са стрэлкай, якая напраўлена прыкладна под вуглом 45° у бок павароту. Побач паказваюць нумар вяршыні вугла павароту трасы і яго пікетажнае значэнне (гл. рыс. 2).

Адначасова з разбіўкай пікетажу выконваюць планавую здымку контураў (сітуацыю), што адлюстроўваюць у пікетажным журнале. Гэтыя здымкі (асобныя збудаванні і прадметы) на адлегласці да 20 м ад восі трасы з вымеранымі стужкай або рулеткай адлегласцямі заносяць у пікетажны журнал, а да 100 м ад восі трасы на вока наносяць межы зямельных угоддзяў, рэкі, яры, вадаёмы, збудаванні, лініі лінейных камунікацый,

указальныя знакі, глядзельныя калодзежы. Прывязка будынкаў і збудаванняў да трасы можа не выконвацца, калі існуюць планы маштабу 1:500, 1:1000.

Пры перасячэнні вадацёку ў пікетажным журнале паказваецца яго назва, напрамак сцёку, характарыстыка (рэчка, ручай, яр), а пры перасячэнні паветраных ліній сувязі і электраперадач запісваюцца пікет і плюсавы пункт перасячэння, лічба правадоў і тросаў на апорах, напружанне лініі. Пры перасячэнні чыгуначных і аўтамабільных дарог паказваецца вугал перасячэння, тып дарогі і яе пакрыццё, напрамак (бліжэйшыя населеныя пункты, чыгуначная станцыя і г.д.).

***Кругавая крывая і яе разбіўка.*** Пры набліжэнні да вуглоў павароту разбіўка пікетажу ўскладняецца, таму што пікеты трэба разбіваць па крывой, якой у натуры яшчэ не існуе. Таму разбіваюць пікетаж да вяршыні вугла павароту трасы, мераюць правы па ходу вугал β, па ім вылічаюць вугал павароту трасы θ – вугал паміж пачатковым і новым напрамкамі трасы (рыс. 3).




Рыс. 3. Кругавая крывая

Вугал β вымяраецца пры абодвух кругах (поўным прыёмам) с запісам у журнал, а θ вылічаюць як

$$\theta_1 = 180° - \beta_1 \text{ – правы вугал;}$$
$$\theta_2 = \beta_2 - 180° \text{ – левы вугал.}$$

Радыус крывой *R*, які назначаецца ў залежнасці ад катэгорыі дарогі, і вугал θ з’яўляюцца зыходнымі для вылічэння элементаў кругавой крывой Такімі элементамі з'яўляюцца:

Т – *тангенс* – адлегласць ад пачатку (канца) кругавой крывой да ВВ

$$Т = R\,\mathrm{tg}\theta/2;$$

К – *крывая* – даўжыня дугі *ABC* акружыны:

$$К = \theta\pi R/180° \;;$$

Б – *бісектрыса* – адлегласць ад ВВ да сярэдзіны крывой (СК):

$$Б = R/\cos(\theta/2) - R = R(\sec(\theta/2)-1);$$

Д – дамер – рознасць паміж ломанай і крывой лініямі, якія злучаюць пачатак і канец крывой:

$$Д = 2Т - К.$$

Значэнні элементаў крывых Т, К, Б, Д вылічаюць па прыведзеных вышэй формулах, або вызначаюць па табліцах разбіўкі кругавых і пераходных крывых [3]. На вуглах павароту трасы выконваюць разбіўку і замацаванне галоўных пунктаў кругавой крывой: пачатку крывой (ПК), сярэдзіны крывой (СК) і канца крывой (КК). Зыходнымі данымі для вылічэння пікетажнага значэння элементаў крывых з’яўляюцца пікетажнае значэнне вяршыні вугла (ПК ВВ) і значэнні Т, К, Б, Д:

ПК ПК = ПК ВВ – Т,
ПК СК = ПК ПК + 0,5 К,
ПК КК = ПК ПК + К.

**Кантроль:**
ПК КК = ПК ВВ + Т – Д.

На вяршыне вугла павароту па выстаўленаму напрамку бісектрысы адмяраецца яе велічыня Б і замацоўваецца калом. За вяршыняй вугла павароту па напрамку тангенса адкладаецца велічыня дамера Д. Атрыманаму пункту прыдаецца пікетажнае значэнне ВВ, і ад яго адмяраюць адлегласць, якой не хапае да цэлага пікета (адкладзены па тангенсу бліжэйшы за вяршыняй вугла павароту пікет заўжды большы за 100 м на велічыню дамера). Пікет і адмераны канец крывой замацоўва-юцца, і пікетаж разбіваюць, як звычайна, да наступнага вугла павароту.

Каб характарызаваць рэльеф мясцовасці, які прылягае да трасы, пад прамым вуглом да восі разбіваюць папярочныя профілі не меньш за 20 м у кожны бок ад восі трасы. Папярочныя профілі разбіваюць:

– на ўчастках трасы, якія праходзяць па касагору, дзе папярочны ўхіл дасягае 1:10 і больш;
– пры сумяшчэнні трасы з існуючымі дарогамі;
– пры пралажэнні трасы па населеных пунктах;
– для праектавання ў месцах з абцяжараным водаадводам;
– для ўстанаўлення або пацвярджэння магчымасці прыроднага сцёку вады на водападзельных участках трасы.

Папярочныя профілі пры пралажэнні трасы па існуючых дарогах здымаюць:

– на ўсіх пікетах і характэрных пунктах;
– у месцах, дзе змяняецца контур папярочнага профілю існуючага зямельнага палатна і праезджай часткі;
– у месцах размяшчэння штучных збудаванняў;
– па восях прымыканняў і перасячэнняў у месцах пераходу насыпаў у выемкі (месцы нулявых работ).

***Вынас пікетаў з датычнай на крывую*** (рыс. 4) выконваюць спосабам прамавугольных каардынат; для гэтага:

– вылічаюць дугу k, якая па велічыне роўная адлегласці ад пачатку крывой ПК да вызначаемага на датычнай (тангенсе) пікета *N*:

$$k = \text{ПК N} - \text{ПК ПК},$$

– цэнтральны вугал φ, які адпавядае дузе *k*, вылічаюць па формуле

$$\varphi = k/R(\rho),$$

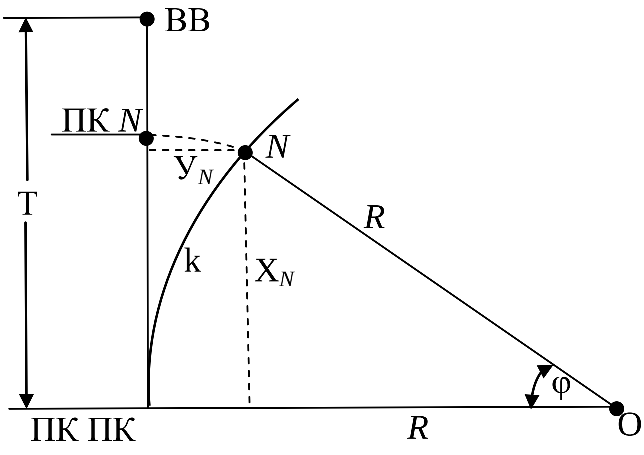
дзе *R* – радыус крывой;

ρ = 3438′ – радыян у мінутах.

– па формулах дэталёвай разбіўкі кругавых крывых вылічаюць прамавугольныя каардынаты пікета на крывой адносна лініі тангенса крывой:

$$\left.\begin{aligned} X_N &= R\sin\varphi, \\ Y_N &= R - R\cos\varphi = R(1 - \cos\varphi). \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

Даныя $X_N$, $Y_N$ для вынаса пікетаў з датычнай на крывую можна выпісаць з табліц для разбіўкі кругавых і пераходных крывых.



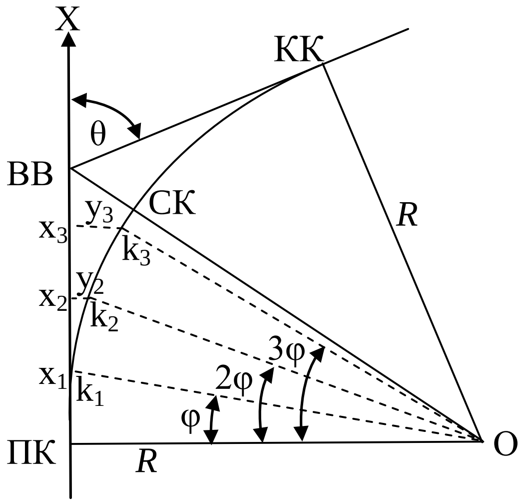

Рыс. 4. Вынас пікета з датычнай на крывую

***Дэталёвая разбіўка крывой*** выконваецца спосабам прамавугольных каардынат вынасам пунктаў з тангенса на крывую праз аднолькавыя інтэрвалы *k*, якія залежаць ад радыуса крывой. Гэтую работу выконваюць непасрэдна перад пачаткам будаўніцтва дарогі.

Пры $R < 100$ м $k = 5$ м ;
пры $100 \le R \le 500$ м $k = 10$ м;
пры $500 < R$ $k = 20$ м.

Пры большых радыусах дэталёвая разбіўка крывых можа весціся праз 30, 40, 50 або 100 м. Пры неабходнасці дэталізацыі крывой інтэрвал *k* можа быць скарочаны да 1–2 м.

За вось *X* прымаюць напрамак тангенса ад пачатку крывой (ПК) да вяршыны вугла (ВВ) (рыс. 5).




Рыс. 5. Дэталёвая разбіўка кругавой крывой спосабам прамавугольных каардынат

За вось *Y* прымаюць перпендыкулярны да восі *X* напрамак.

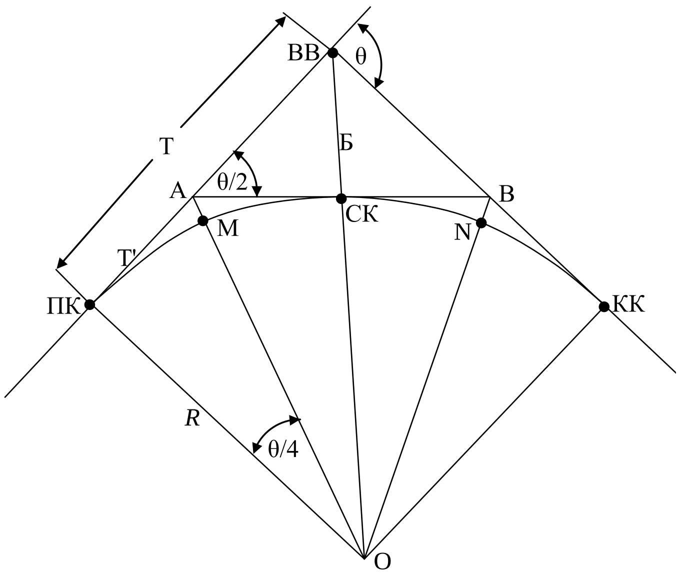
Даныя *x*, *y* для вынасу пікетаў з датычнай на крывую можна выпісаць з табліц для разбіўкі кругавых і пераходных крывых, або вылічыць па формулах (1).

На мясцовасці ўздоўж лініі тангенса ад пачатку крывой (ПК) адмяраюць велічыню абсцыс $x_1$, $x_2$,…, $x_n$ з дакладнасцю 0,01 м. З атрыманых пунктаў узнімаюць перпендыкуляры $y_1$, $y_2$, …,$y_n$. Пункты на крывой замацоўваюць калкамі. Другую палову крывой разбіваюць сіметрычна ад канца крывой (КК) да вяршыні вугла (ВВ).

Калі на мясцовасці разбіваюць доўгія крывыя, то будаваць пункты на крывой цяжкавата з-за значных даўжынь ардынат, якія значна пабольшваюцца з павелічэннем крывых. Каб пазбегнуць гэтай нязручнасці крывую разбіваюць напалам (рыс. 6); на сярэдзіне крывой СК праводзяць датычную. Пры перасячэнні з лініямі тангенсаў атрымліваюць пункты А і В, якія з’явяцца вяршынямі вуглоў павароту θ/2 для малых крывых. Тангенс T′ вылічаюць па формуле

$$T' = R\ \mathrm{tg}(\theta/4)$$

або знаходзяць па табліцах.




Рыс. 6. Разбіўка доўгіх крывых

Па вылічанаму значэнню T′ на мясцовасці знаходзяць пункты A і B. Разбіўку пачынаюць ад ПК да пункта M, далей – ад СК да пункта M.

Такім жа чынам разбіваюць і другую палову крывой ад СК да КК. Пры неабходнасці такім жа спосабам крывая можа быць разбіта на чатыры або восем частак.

Акрамя разбіўкі прамавугольнымі каардынатамі існуе яшчэ некалькі спосабаў дэталёвай разбіўкі кругавых крывых.

***Нівеліраванне трасы*** выконваецца тэхнічным нівеліраваннем для вызначэння вышынь пунктаў здымачнага абгрунтавання, рэпераў, нівеліравання трас і папярочных профіляў. Нівеліраванне можа быць зроблена асобнымі хадамі, сістэмамі хадоў і замкнёнымі палігонамі паміж маркамі і рэперамі дзяржаўнай нівелірнай сеткі. У выключных выпадках дапускаецца рабіць замкнёныя хады, якія абапіраюцца на адзін зыходны рэпер.

Кантроль на станцыі (рознасць паміж перавышэннямі, якія вылічаны па двух баках рэйкі) не павінен быць большым за 5 мм. Даўжыня пляча (адлегласць ад прыбора да рэйкі) не павінна перавышаць 150 м. Дапушчальная невязка ў нівелірных хадах (палігонах) вылічаецца па формуле

$$f_h = 30\text{ мм}\sqrt{L},$$

дзе $L$ бярэцца ў кіламетрах.

Калі ж на 1 км нівелірнага ходу колькасць станцый $n > 25$, невязку вылічаюць па формуле

$$f_h = 10 \cdot \sqrt{n}.$$

Для праектавання зямельнага палатна і вызначэння аб’ёмаў зямельных работ нівеліраванне папярочных профіляў на раўніннай мясцовасці выконваецца геаметрычным нівеліраваннем з прымяненнем ватэрпасоўкі (паслядоўнай перастаноўкі прыбора пры нівеліраванні на крутых схілах), а на перасечанай мясцовасці – трыганаметрычным нівеліраваннем.

## ЛАБАРАТОРНАЯ РАБОТА

### Неабходныя прыборы і прылады на брыгаду.

1.Тэадаліт 2Т30 са штатывам, бусоллю і адвесам.
2. Нівелір Н3 з рэйкай.
3. Мерная стужка са шпількамі.
4. Экер.
5. Сякера.
6. Сем калкоў.

**Мэта заняткаў:** авалодаць пачатковымі ўменнем, навыкамі і тэхналогіяй геадэзічнага трасавання аўтамабільнай дарогі.

### Заданне

**Палявыя работы:** разбіць трасу даўжынёй 150 ± 5 м з вуглом павароту θ прыкладна пасярэдзіне, θ = 20–45°.

Памераць вугал β, вылічыць вугал θ, разбіць пікетаж праз 20 м, кругавую крывую радыуса $R$ = 100 м, выканаць дэталёвую разбіўку крывой праз 5–10 м (па ўказанню выкладчыка) і вынесці пікет з датычнай на крывую. Выканаць нівеліраванне трасы.

*Камеральныя работы:* скласці план трасы ў маштабе 1 : 500, вылічыць вышыні пунктаў і пабудаваць профіль трасы ў маштабе 1 : 500 (вертыкальны 1 : 50).

### Парадак выканання задання

1. Выбраць і замацаваць калкамі на мясцовасці тры пункты: пачатак трасы (ПТ), вяршыню вугла павароту (ВВ) і канец трасы (КТ).

2. Устанавіць тэадаліт над пунктам ВВ і памераць вугал β двума паўпрыёмамі, разыходжанне паміж якімі не больш за 2$t$ ($t$ – дакладнасць тэадаліта). Запіс рабіць у журнале вымярэння вуглоў (дадатак 1).

3. Памераць магнітны азімут ліній ВВ–ПТ і ВВ–КТ, запісаць у журнал (дадатак 1) і вылічыць.

4. Вылічыць вугал θ і з улікам радыуса $R$ вызначыць па табліцах (можна по формулах) элементы крывой Т, К, Б, Д (дадатак 1).

5. Разбіць пікеты ад пачатку трасы да ВВ, падпісаць іх і пікетажнае значэнне вяршыні вугла. Вынікі вымярэнняў адзначаць у пікетажным журнале (дадатак 2).

6. Вылічыць пікетажныя значэнні галоўных пунктаў крывой і адзначыць іх на восі трасы ў натуры (дадатак 1). Пры гэтым пачатак крывой (ПК) адмяраюць ад бліжэйшага пікета, а для вынасу сярэдзіны крывой (СК) ад напрамку тангенса адкласці вугал β/2 і ў гэтым напрамку адмераць велічыню бісектрысы Б.

7. Ад ВВ у новым напрамку трасы адкласці велічыню дамера і ад атрыманага пункта далейшую разбіўку пікетажу весці як ад ВВ, гэта значыць, што па-за вяршыняй вугла пікет павялічыцца на значэнне дамера.

8. Зрабіць дэталёвую разбіўку крывой, для чаго скласці адпаведную табліцу (дадатак 1). Разбіўку пачынаюць ад пачатку крывой (ПК), $X$ адкладаюць па лініі тангенса, а $Y$ – па нармалі да $X$.

9. Вынесці пікет з датычнай на крывую (гл. рыс. 4).

10. Выканаць нівеліраванне трасы ад рэпера, можна з адной станцыі. Адлікі на прамежкавыя пункты трасы браць толькі па чорным баку рэйкі, на рэпер адлікі для кантроля ўзяць па двух баках рэйкі (дадатак 4).

11. Выканаць камеральную апрацоўку палявых матэрыялаў:

а) састаўленне плана трасы (дадатак 3);

б) вылічальная апрацоўка журнала нівеліравання (дадатак 4);

в) пабудова падоўжанага профіля трасы (дадатак 5).

## Матэрыялы для здачы работы

1. Журнал вымярэння вуглоў. Элементы крывой, разлікі пікетажнага значэння галоўных пунктаў крывой, каардынаты дэталёвай разбіўкі крывой.

2. Пікетажны журнал.

3. План трасы з разбіўкай пікетажу, з прамымі і крывымі, галоўнымі пунктамі крывой.

4. Журнал тэхнічнага нівеліравання трасы.

5. Падоўжаны профіль трасы.

## Літаратура

1. Інжынерныя вышуканні для будаўніцтва: БНБ 1.02.01–96. – Мінск, 1996. – 110 с.

2. Інжынерныя вышуканні для аб’ектаў дарожнага будаўніцтва: Д2-03 да БНБ 1.02.01–96. – Мінск, 2003. – 130 с.

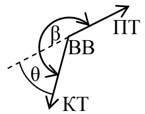
3. Ганьшин, В.Н. Таблицы для разбивки круговых и переходных кривых / В.Н. Ганьшин, Л.С. Хренов. – Изд. 5-е. – М.: Недра, 1985. – 432 с.

4. Мархвида, В.Г. Элементы инженерно-геодезических изысканий в дорожном строительстве: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» специализации 1-70 03 01 01 «Строительство дорог и аэродромов» / В.Г. Мархвида, В.А. Глинская. – Минск: БНТУ, 2005. – 32 с.

# ДАДАТКІ

## ДАДАТАК 1

### 1. Журнал вымярэння гарызантальных вуглоў

| № ст. | Круг | Нумар пункта | Адлік па гарыз. кругу ° ' | Гарызантальны вугал | | Магнітны азімут $A_M$ | Схема вугла павароту трасы |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | вымераны | сярэдні | | |
| В | КЛ | ПТ<br>КТ | 95° 29'<br>251° 19' | 204° 10' | 204°10' | 55° 21'<br>211° 09' |  |
| | КП | ПТ<br>КТ | 270° 11'<br>66° 01' | 204° 10' | | | |

### 2. Вылічэнне вугла павароту трасы

$$\theta_л = \beta - 180° = 204°10' - 180° = 24°10'.$$

### 3. Вызначэнне элементаў крывой

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\theta_л$ | = 24°10' | $R$ | = 100 м |
| Т | = 21,26 | К | = 41,89 |
| Д | = 0,62 | Б | = 2,23 |

### 4. Вылічэнне пікетажнага значэння галоўных пунктаў крывой

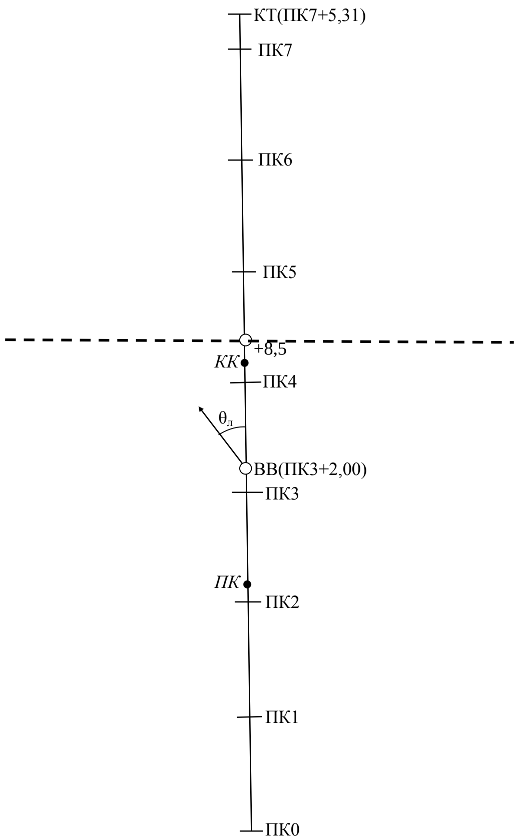
| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | **Кантроль:** | |
| | ВВ | ПК3 + 02,00 | | | ВВ | ПК3 + 02,00 |
| – | Т | 21,26 | | + | Т | 21,26 |
| | ПК | ПК2 + 00,74 | | | Σ | ПК4 + 03,26 |
| + | К | 41,89 | | – | Д | 00,62 |
| | КК | ПК4 + 02,63 | | | КК | ПК4 + 02,64 |

## 5. Каардынаты дэталёвай разбіўкі крывой

| *k* | *X* | *Y* |
|---|---|---|
| 5 | 5,00 | 0,13 |
| 10 | 9,98 | 0,50 |
| 15 | 14,94 | 1,12 |
| 20 | 19,87 | 1,99 |

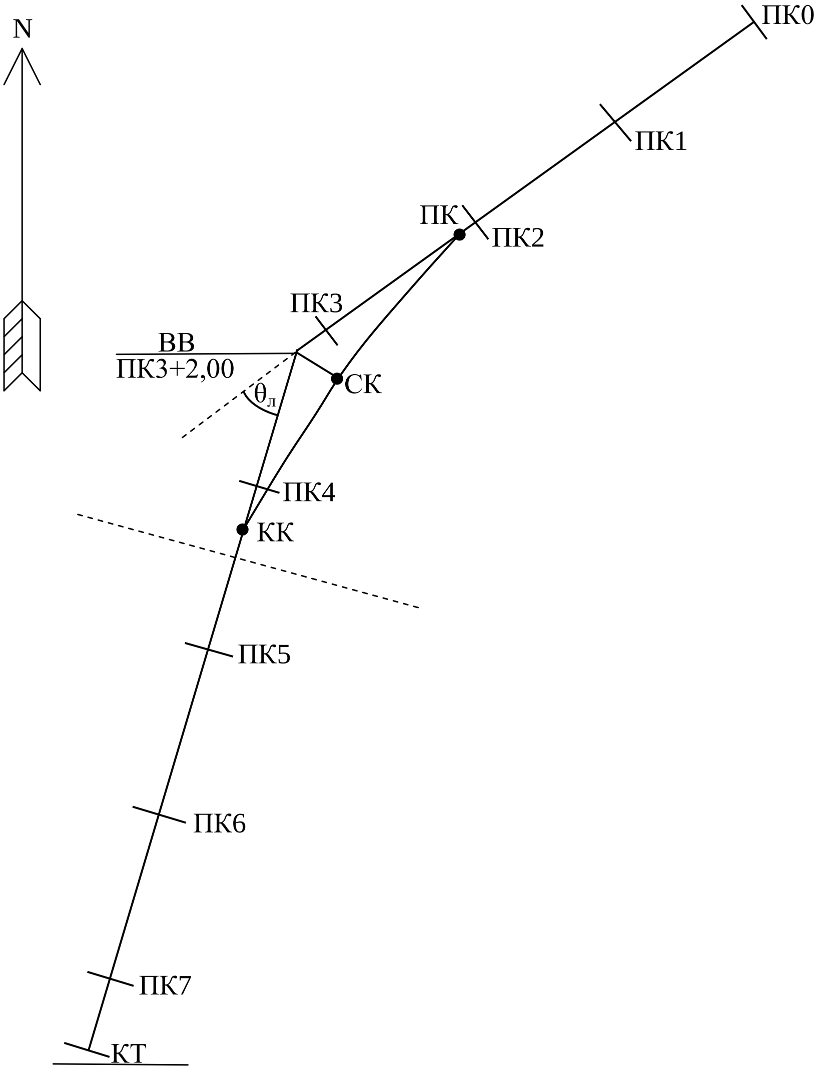
ДАДАТАК 2

## Пікетажны журнал



ДАДАТАК 3

# План трасы з разбіўкай пікетажу, з прамымі і крывымі, галоўнымі пунктамі крывой



ДАДАТАК 4

## Журнал тэхнічнага нівеліравання трасы

| № ст. | № пункта | Адлікі па рэйцы | | | Перавышэнні | | | | Гарызонт прыбора ГП | Вышыня пункта *H* | Нумары пікетаў |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | задні | пярэдні | прамеж-кавы | вылічаныя | | сярэднія | | | | |
| | | | | | + | – | + | – | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | Rp2091 | 1130 | | | | | | | 218,867 | 217,737 | |
| | | 5916 | | | | 293 | | 292 | | | |
| | ПК0 | 4786 | | 1751 | | | | | | 217,116 | ПК0 |
| | ПК | | | 1820 | | | | | | 217,047 | |
| | ПК1 | | | 1557 | | | | | | 217,310 | ПК1 |
| 1 | ПК2 | | | 1296 | | | | | | 217,571 | ПК2 |
| | ВВ | | | 1388 | | | | | | 217,479 | |
| | СК | | | 1192 | | | | | | 217,675 | |
| | ПК3 | | | 1330 | | | | | | 217,537 | ПК3 |
| | ПК4 | | | 1180 | | | | | | 217,747 | ПК4 |
| | КК | | | 1154 | | | | | | 217,713 | |
| | ПК5 | | | 1191 | | | | | | 217,676 | ПК5 |
| | ПК6 | | | 1215 | | | | | | 217,652 | ПК6 |
| | ПК7 | | | 1233 | | | | | | 217,634 | ПК7 |
| | КТ | | 1423 | | | 292 | | | | 217,445 | |
| | | | 6208 | | | | | | | | |

Аканчанне дадатка 4

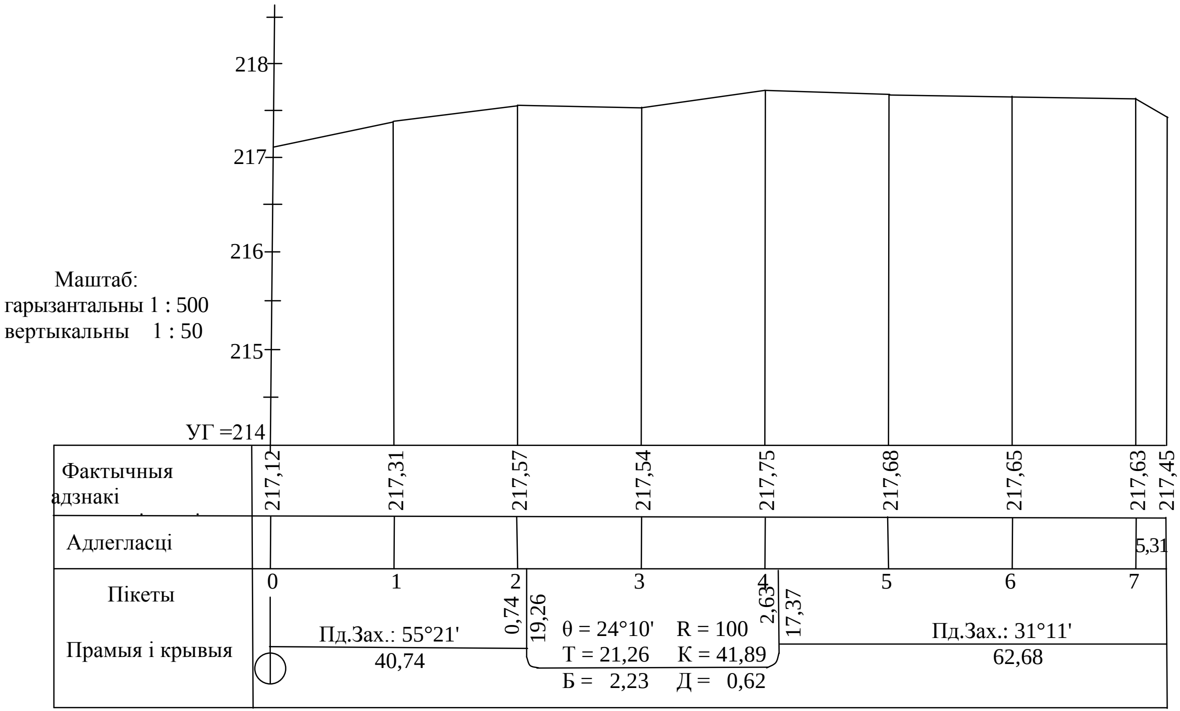
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | КТ | 1535 | 4788 | | | | | | | 217,445 | |
| 2 | | 6320 | 85 | | | 556 | | +1 | | | |
| | Rp2936 | | 2091 | | | 557 | | 556 | | 216,890 | |
| | | | 6877 | | | | | 555 | | | |
| | | | | | | | | –848 | | –847 | |

$$f_h = \sum h_{\text{сяр}} - \sum h_{\text{т}} = -0848 - (-0847) = -1\,.$$

$$f_{h_{\text{доп}}} = 10\sqrt{n} = 10\sqrt{2} = 14\,\text{мм}.$$

ДАДАТАК 5

# Падоўжаны профіль трасы



Вучэбнае выданне

ПАЛЯВОЕ ГЕАДЭЗІЧНАЕ
ТРАСАВАННЕ

Метадычныя ўказанні
па інжынернай геадэзіі для студэнтаў завочнай формы навучання
спецыяльнасці 1-70 03 01 «Аўтамабільныя дарогі»
спецыялізацыі 1-70 03 01 01 «Будаўніцтва дарог і аэрадромаў»

С к л а д а л ь н і к і :

МАРХВІДА Уладзімір Георгіевіч
ГЛІНСКАЯ Валянціна Аркадзьеўна

Рэдактар Т.М. Мікулік
Камп'ютэрная вёрстка Д.К. Ізмайловіч

Падпісана ў друк 25.11.2008.
Фармат $60\times84^{1}/_{16}$. Папера афсетная.
Надрукавана на рызографе. Гарнітура Таймс.
Умоўна друк. арк. 1,45. Улік.-выд. арк. 1,14. Тыраж 100. Заказ 387.

Выдавец і паліграфічнае выкананне:
Беларускі нацыянальны тэхнічны універсітэт.
ЛВ № 02330/0494349 ад 16.03.2009.
Праспект Незалежнасці. 65. 220013, Мінск.